

多通道裂缝位移监测仪的研制*

张晓飞,郝文杰,张青,史彦新,孟宪玮,韩永温

(中国地质调查局水文地质环境地质调查中心,河北保定 071051)

摘要: 在线性位移传感器、STM32 微控制器、无线传输技术的基础上,设计了一种多通道的裂缝位移监测仪。重点介绍了该监测仪器的总体设计方案及硬软件结构。该监测仪器结构简单、功能实用,能实现对裂缝的远程、实时、自动监测。经室内模拟实验,验证了位移监测仪工作稳定,可以应用于野外裂缝的实际监测中。

关键词: 线性位移传感器;数据采集;STM32 微控制器

中图分类号: TP216

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)13-0019-03

Design of multi-channel crack displacement monitoring instrument

Zhang Xiaofei, Hao Wenjie, Zhang Qing, Shi Yanxin, Meng Xianwei, Han Yongwen

(Centre for Hydrogeology and Environmental Geology, CGS, Baoding 071051, China)

Abstract: A multi-channel crack displacement monitoring instrument is designed by combining the linear position sensors, STM32 micro controller and wireless transmission technology. The overall design scheme, the hardware structure and the soft structure are introduced in detail. The monitoring instrument has advantages in simple structure, practical function and it can achieve the aim of remote, real-time and automatic monitoring for crack displacement. At last, this paper presents a simulation experiment, and the result indicates that the instrument can work stably and can be applied to the actual monitoring of field cracks.

Key words: linear position sensor; data acquisition; STM32 micro controller

中国是地质灾害最为严重的国家之一,滑坡、崩塌、泥石流在汛期频繁发生,造成巨大的人员和经济损失。而对裂缝位移的监测是一种公认的地质灾害监测的手段,通过对地表裂缝位移变化的监测,可以提前探测滑坡等地质灾害的发生,达到预警的目的^[1-2]。本文介绍了以线性位移传感器、STM32 微控制器和无线传输等技术构成的一套具有实时数据采集和处理能力的远程裂缝位移监测仪器。

1 线性位移监测仪总体方案

裂缝位移监测仪采用线性位移传感器感知裂缝的位移变化,把裂缝移动的实际位移量转换为电压信号,原始位移电压信号经滤波、放大等调理电路,送入 A/D 转换器,转换为数字信号,经 STM32 微控制器采集、处理后通过 LCD 显示,并将数据存储在本地 U 盘中。同时

通过无线传输模块将数据发送到控制中心,以实现裂缝位移的远程自动监测。本文设计的裂缝位移监测仪的总体方案如图 1 所示。

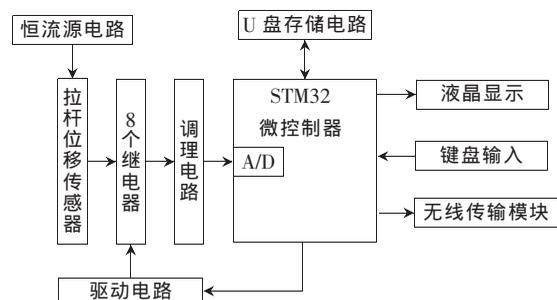


图 1 裂缝位移监测仪总体方案框图

2 裂缝位移监测仪的硬件结构

2.1 位移传感器的选型及原理

裂缝位移监测仪主要监测的对象是裂缝,其具有缓变性的特点,针对该特征选用如图 2 所示的 KTC 系列线性位移传感器。当被测裂缝发生变化时,带动线性位移

* 基金项目:“十一五”国家科技支撑计划子课题(2008BAJ06B02-4);国土资源公益性行业科研专项项目(200911036),三峡库区地质灾害防治科技专项项目(SXKY3-3-1);中国地质调查局国土资源调查项目(1212010641008)

传感器拉杆产生位移,通过转换模块传递给滑动式电阻器,滑动式电阻器将位移物理量转变为电信号量,经电缆传输至裂缝位移监测仪主机,即可测出裂缝位移的变化。



图2 KTC 线性式位移传感器

2.2 传感器恒流源电路

为了确保线性位移传感器的位移变化信号具有长距离传输的能力,在设计时,采用恒流源电路给线性位移传感器供电,恒流源电路如图3所示。恒流管采用DH906,通过调整电阻,将供电电流设定在0.3 mA,以确保传感器的输出电压信号在裂缝位移监测仪的A/D所需要的0~3.3 V的电压范围。

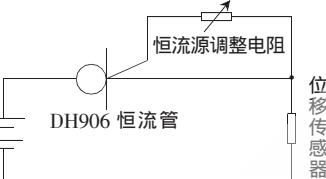


图3 传感器恒流源电路设计图

2.3 继电器驱动电路

裂缝位移监测仪在设计上能同时监测8通道位移传感器的位移变化,故选用8个松下继电器TX2-5V作为多路开关。继电器驱动电路如图4所示,其中基极和发射极之间的10 kΩ电阻的作用是在没有正向偏置电压的情况下,保证基极的电压为零,以防止三极管受外部的干扰而误导通。光电耦合器TLP521-2是为了实现隔离,防止继电器的开、闭对系统造成干扰。

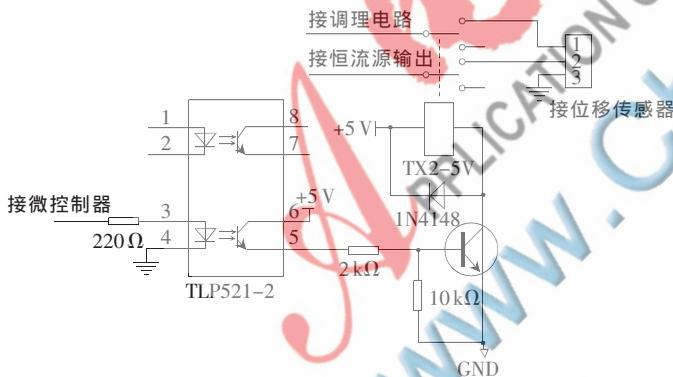


图4 继电器驱动电路

2.4 信号调理电路设计

信号调理电路由电压跟随器和一阶无源RC低通滤波电路组成,如图5所示。电压跟随器为整个监测仪系统提供高的输入阻抗,同时也起到电压隔离的作用。裂缝变化的位移信号为缓变的直流信号,因此,选用低通滤波电路滤除传感器位移信号中的高频干扰。为了确保监测仪系统在不连接传感器时的显示清零,在电路中将放电电阻设为100 kΩ。

2.5 微控制器电路

微控制器是裂缝位移监测仪的控制核心,继电器通

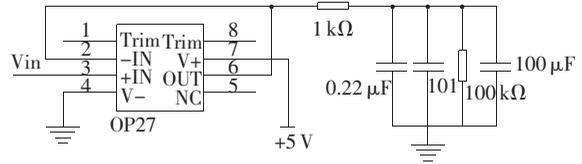


图5 信号调理电路

断的控制、数据的采集处理、存储及远程发送均由微控制器控制。本位移监测仪选用STM32F103ZE作为仪器的控制核心^[3-4],其自带的12 bit A/D转换器用于转换信号调理电路的输出电压;STM32F103ZE通过GPIO口与LCD1602和输入键盘相接,其内部自带的实时钟模块用于完成定时采集任务;其串口用于驱动U盘存储电路和远程传输模块电路。

U盘存储电路选用南京沁恒公司生产的U盘文件读写模块,其支持FAT12、FAT16及FAT32文件系统,外围电路简单、操作方便。远程传输模块内嵌完整的TCP/IP协议,将STM32F103ZE采集到的数据通过GSM网络发送到监控中心,从而实现远程监控^[5]。

3 裂缝位移监测仪的软件设计

裂缝位移监测仪的软件主要针对STM32F103ZE进行编程,具体实现监测仪的初始化、系统参数的输入、位移信号的数据采集处理,然后将采集到的数据保存在U盘中,同时将采集到的数据通过远程传输模块发送到控制中心。软件主体采用C语言编写,其流程如图6所示。

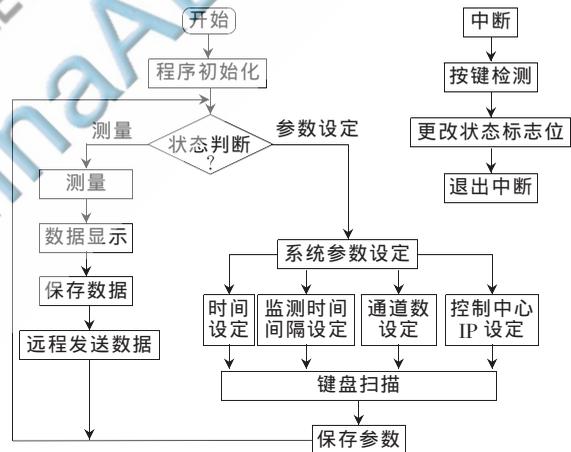


图6 位移监测仪的软件流程图

主程序为循环结构,在主循环结构中根据状态标志位来判断是进行测量还是进行参数设定。在测量分支程序中依次根据参数完成多通道的采集、数据保存、远程发送功能;在系统参数设定分支中,依据状态标志位完成时间设定、监测时间间隔设定、通道数设定和控制中心IP设定功能。状态标志位的更改设计在中断程序中,当有键按下时,主程序挂起,进入按键中断程序;在中断程序中依据引起中断的按键而更改状态标志位,完成状态标志位的更改后退出中断程序,主程序再依据设定的状态标志位实现测量和系统参数设定之间的转换,从而完成位移监测的各项功能。

4 裂缝位移监测仪的模拟实验

在完成裂缝位移监测仪的硬件焊接、软件编写工作后,进行了裂缝位移监测仪的室内模拟实验。实验时,将裂缝位移传感器连接在监测仪的通道 1 上,然后模拟裂缝位移的变化,不断拉动位移传感器的拉杆,同时用万用表和裂缝位移监测仪测量传感器的输出电压。实验测试数据如表 1 所示。

表 1 裂缝位移监测仪的模拟实验数据

位移监测仪 测量电压/mV	万用表 测量电压/mV	绝对 误差/mV
41.2	41.8	-0.6
145.0	145.8	-0.8
261.8	262.4	-0.6
409.7	408.9	0.8
553.4	553.4	0
688.3	689.3	-1
854.5	855.7	-1.2
977.4	978.5	-1.1
1070.1	1071.2	-1.1
1187.4	1188.6	-1.2
1282.5	1283.6	-1.1
1397.4	1398.3	-0.9
1506.9	1508.1	-1.2
1602.6	1603.4	-0.8
1721.1	1722.1	-1
1802.9	1803.6	-0.7
1879.8	1880.4	-0.6
1947.9	1948.4	-0.5

从表 1 的实验数据中可以看出,自行研制的裂缝位移监测仪同万用表测量的数据非常接近,绝对误差最大只有 1.2 mV,可以满足实际裂缝位移监测的需求。

本文利用线性位移传感器、STM32F103ZE 微控制器和无线传输技术研制了 8 通道的裂缝位移监测仪,并通过室内模拟实验表明,位移监测仪能稳定工作,可以满足裂缝位移的实际监测需求。在野外裂缝位移监测时,配以太阳能装置,即可实现对地表裂缝位移或地表滑坡位移的远程、实时的自动监测。

参考文献

- [1] 蒋凡,张青,曹修定.多通道滑坡位移监测仪的研制[J].中国地质灾害与防治学报,2008(4).
- [2] 王洪辉,虞先国,许强,等.山体裂缝远程监测系统[J].自动化与仪表,2010(1).
- [3] 武利珍,张文超,程春荣.基于 STM32 的便携式心电图仪设计[J].电子器件,2009(5).
- [4] 孙启富,孙运强,姚爱琴.基于 STM32 的通用智能仪表设计与应用[J].仪表技术与传感器,2010(10).
- [5] 赵强,钟佑明,周建庭.基 GPRS 的嵌入式桥梁远程裂缝监测系统[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2010(5).
(收稿日期:2011-03-02)

作者简介:

张晓飞,男,1981 年生,研究生,主要研究方向:地质仪器和地质灾害监测系统。